

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA
PENYAMBUNGAN PLAT BEDA MATERIAL (Al-Al) (Al-Cu)
(Al-CuZn) MENGGUNAKAN METODE *FRICTION STIR
WELDING***



Disusun Oleh:

RAFLY HAFID SANDINARTO

D 200 110 029

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENYAMBUNGAN PLAT BEDA MATERIAL (Al-Al) (Al-Cu) (Al-CuZn) MENGGUNAKAN METODE *FRICTION STIR WELDING*”** yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang informasi saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 13 Agustus 2018



Rafly Hafid Sandinarto

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENYAMBUNGAN PLAT BEDA MATERIAL (Al-Al) (Al-Cu) (Al-CuZn) MENGGUNAKAN METODE *FRICTION STIR WELDING*” telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disusun oleh :

Nama : RAFLY HAFID SANDINARTO

Nim : D200 11 0029

Disetujui pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 28 Agustus 2018

Mengetahui,

Dosen pembimbing



Ir. Bibit Sugito, MT

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul “**Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Pada Penyambungan Plat Beda Material (Al-Al) (Al-Cu) (Al-CuZn) Menggunakan Metode Friction Stir Welding**” telah disetujui pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan untuk memperoleh derajat sarjana (S1) pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .

Disetujui Pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 19 September 2018

Dewan Penguji

Ketua : Ir. Bibit Sugito., M.T

Anggota 1 : Supriyono, ST, MT, Ph.D.

Anggota 2 : Joko Sedyono, ST, M.Eng, Ph.D.

(.....)
(.....)
(.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Mesin

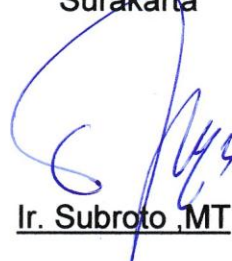
Universitas Muhammadiyah

Universitas Muhammadiyah

Surakarta

Surakarta


Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D


Ir. Subroto, MT

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor 150 / II / 2016 Tanggal 08 - 09 2016
dengan ini:

Nama : Ir.Bibit Sugito,MT
Pangkat/Jabatan :
Kedudukan : Pembimbing Utama
Memberikan soal Tugas Akhir kepada mahasiswa:

Nama : Rafly Hafid Sandinarto
Nomor Induk : D200110029
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / 14
Judul/Topik : ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO
PADA PENYAMBUNGAN PLAT BEDA MATERIAL (AL-AL)
(AL-CU) (AL-CUZN) MENGGUNAKAN METODE FRICTION
STIR WELLDING
Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta , 20 Maret 2017
Pembimbing


Ir.Bibit Sugito,MT

Keterangan:

*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajar
2. Warna kuning untuk Pembimbing I
3. Warna merah untuk Pembimbing II
4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

“ Ilmu adalah kehidupan bagi pikiran”

(Abu Bakar)

“Pendidikan merupakan senjata paling ampuh yang bisa kamu gunakan untuk merubah dunia”

(Nelson Mandela)

“Banyak kegagalan hidup terjadi karena orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya kesuksesan ketika mereka menyerah”

(Thomas Alfa Edison)

“Belajar tentang pikiran dan ilmu pengetahuan,tanpa belajar untuk memperkaya hati sama dengan tak belajar apa-apa”

(Aristotles)

ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENYAMBUNGAN PLAT BEDA MATERIAL (Al-Al) (Al-Cu) (Al- CuZn) MENGGUNAKAN METODE *FRICTION STIR WELDING*

ABSTRAKSI

Friction Stir Welding (FSW) adalah sebuah metode pengelasan gesek, yang pada prosesnya tidak memerlukan bahan penambah atau pengisi. Panas yang digunakan untuk melunakkan logam kerja dihasilkan dari gesekan antara benda yang berputar (*pin*) dengan benda yang diam (benda kerja).

Tujuan dari penelitian ini adalah agar dapat mengetahui mikrostruktur dan kekuatan sambungan las beda material dengan melakukan pengujian Struktur mikro, Uji Kekerasan *Vickers*, dan Uji tarik pada hasil pengelasan FSW. Material yang digunakan adalah plat Aluminium seri 1100 dan plat Tembaga, Kuningan, Parameter yang digunakan adalah kecepatan putar *spindle* 1250 rpm, kecepatan pemakanan 12,5 mm/menit. Hasil Pengelasan dianalisa dengan menggunakan standar ASTM E3 untuk struktur mikro, ASTM E384 untuk kekerasan, dan ASTM E8M untuk uji tarik.

Hasil dari penelitian pada struktur mikro menunjukkan adanya percampuran kedua logam di daerah *stir zone*, terlihat butiran semakin kecil dan rapat. Untuk hasil kekerasannya mengalami peningkatan kekerasan yg cukup signifikan, nilai kekerasan tertinggi terjadi pada pengelasan Al-Cu dengan nilai 91.40 HVN. Pada hasil kekuatan tariknya menunjukkan tegangan tarik maksimal pada pengelasan Al-Cu sebesar 72.18 MPa dan regangan maksimal terjadi pada pengelasan Al-CuZn sebesar 0.22%.

Kata kunci : *Friction Stir Welding*, Struktur Mikro, Sifat Mekanik

ABSTRACTS

Friction Stir Welding (FSW) is a friction welding method, which in the process does not require any adder or filler material. The heat used to soften the metal works from friction between a rotating object (pin) with a stationary object (workpiece).

The purpose of this research is to know microstructure and strength of different material welding joint by doing micro testing, Vickers Hardness Test, and Tensile Test on FSW welding. The materials used are 1100 Series Aluminum plate and Copper plate, Brass, Parameter which is 1250 rpm spindle speed, feed speed 12,5 mm / minute. Welding results are analyzed by comparing the connection between materials with different materials, using ASTM E3 standards for microstructure, ASTM E384 for hardness, and ASTM E8M for tensile tests.

Results from studies on microstructure conditions occur in the stir zone, visible but smaller and denser. For a significant increase in speed, the highest value occurred in Al-Cu welding with a value of 91.40 HVN. At its tensile strength, the maximum tensile appearance in Al-Cu welding is 72,18 Mpa and maximum strain occurs in Al-CuZn welding 0,22%.

Keywords: Friction Stir Welding, Micro Structure, Mechanical Properties

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmatnya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan :

Tugas akhir berjudul “**ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENYAMBUNGAN PLAT BEDA MATERIAL (Al-Al) (Al-Cu) (Al-CuZn) MENGGUNAKAN METODE *FRICTION STIR WELDING***” dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. **Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. **Bapak Ir. Subroto ,MT.** Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. **Bapak Ir. Bibit Sugito ,MT.** Selaku dosen pembimbing terimakasih telah banyak memberikan waktu,ilmu,saran,arahan dan motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. **Seluruh Dosen** yang telah membimbingku selama ini, memberi pengajaran ilmu dan segala hal baik yang telah kuperoleh.
5. **Ibunda dan Ayahanda** tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil, semoga Allah selalu melimpahkan rahmatnya kepada kalian, sehat selalu, panjang umur , banyak rejeki, dikuatkan iman islamnya dan bisa melihat

anakmu sukses dan tak akan kulupakan pengorbanan kalian yang begitu besarnya pada anakmu ini ,amin.

6. Kawan-kawan **Teknik Mesin UMS** yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.
7. Semua pihak yang telah membantu penulisan dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan penulis satu-persatu.

Akhir kata penulis berharap, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat membawa manfaat bagi kita semua.

Wassalammu'alaikum. Wr. Wb.

Surakarta, 13 Agustus 2018

Penulis ,

Rafly Hafid Sandinarto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
ABSTRAKSI	vii
ABSTRACTS.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Landasan teori	7
2.2.1 Pengelasan	7
2.2.2 Friction Stir Welding (FSW)	9
2.2.3 Prinsip Kerja Friction Stir Welding.....	9
2.2.4 Parameter Pengelasan Friction Stir Welding	10
2.2.5 Kelebihan dan Kekurangan friction Stir Welding.....	14
2.2.6 Aplikasi Friction Stir Welding	16
2.2.7 Material Alumunium	18
2.2.8 Material Tembaga	21
2.2.9 Material Kuningan.....	25
2.2.10 Pengujian Hasil Pengelasan FSW	27
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1. Diagram Alir Penelitian	31
3.2.Tempat Penelitian	32
3.3. Alat dan Bahan	32
3.3.1. Alat Yang Digunakan Dalam Penelian	32
3.3.2. Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian	36

3.4. Peralatan Pengujian Spesimen	39
3.5. Pelaksanaan Pengelasan	41
3.5.1. Persiapan Material	41
3.5.2. Parameter Pengelasan	41
3.5.3. Proses Pengelasan.....	42
3.6. Pengujian spesimen hasil pengelasan	45
3.6.1. Uji Struktur Mikro	46
3.6.2. Uji Kekerasan.....	46
3.6.3. Uji Tarik	48
BAB IV DATA DAN ANALISA	50
4.1. Hasil Pengelasan	50
4.2. Struktur Mikro	52
4.3. Pengujian Kekerasan.....	58
4.4. Pengujian Tarik	60
BAB V PENUTUP	64
5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Proses Pengelasan	8
Gambar 2.2 Skema Friction Stir Welding	9
Gambar 2.3 Proses Friction Stir Welding	10
Gambar 2.4 Bagian Tool FSW.....	11
Gambar 2.5 Contoh Jenis Kontur Shoulder	12
Gambar 2.6 Contoh Jenis Profil Pin	13
Gambar 2.7 Tool Tilt Engle	13
Gambar 2.8 Delpth Plunge	14
Gambar 2.9 Aplikasi FSW pada Mobil.....	16
Gambar 2.10 Aplikasi FSW pada Kapal.....	17
Gambar 2.11 Aplikasi FSW pada Pesawat	17
Gambar 2.12 Pengujian Kekerasan Vickers	28
Gambar 2.13 Pengujian Tarik.....	29
Gambar 3.1 Diagaram Alir Penelitian	31
Gambar 3.2 Mesin Milling vertikal.....	33
Gambar 3.3 Mesin Shearing	33
Gambar 3.4 Manual Caliper.....	34
Gambar 3.5 Infrared Pyrometer.....	34

Gambar 3.6 Pencekam	35
Gambar 3.7 Plat Alumunium.....	36
Gambar 3.8 Plat Tembaga.....	37
Gambar 3.9 Plat Kuningan.....	37
Gambar 3.10 Desain Tool joint	38
Gambar 3.11 Alat Uji Fotomikro	39
Gambar 3.12 Alat Uji vickers	40
Gambar 3.13 Alat Uji Tarik.....	40
Gambar 3.14 Parameter Pengelasan.....	41
Gambar 3.15 Setting Tilt Angle.....	43
Gambar 3.16 Setting Rotational Speed dan Feed rate Mesin	43
Gambar 3.17 Proses Pengelasan.....	44
Gambar 3.18 Layout Pemotongan Spesimen	45
Gambar 3.19 Spesimen Pengujian Stuktur Mikro.	46
Gambar 3.20 Spesimen Pengujian Kekerasan	47
Gambar 3.21 Posisi titik Pengujian Kekerasan	47
Gambar 3.22 Pembuatan Spesimen Uji Tarik	48
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan.....	50
Gambar 4.2 Struktur Mikro Al-Al.....	52

Gambar 4.3 Struktur Mikro Al-Cu	54
Gambar 4.4 <i>Struktur Mikro Al-CuZn</i>	56
Gambar 4.5 Histogram Perbandingan Kekerasan	59
Gambar 4.6 Histogram Tegangan	61
Gambar 4.7 Histogram Regangan	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis material Friction Stir Welding	12
Tabel 2.2 Aplikasi Friction Stir Welding pada dunia industri	18
Tabel 2.3 Klasifikasi Jenis Alumunium	20
Tabel 3.1 Komposisi aluminium.....	36
Tabel 3.2 Komposisi Tembaga	37
Tabel 3.3 Komposisi Kuningan	38
Tabel 3.4 Parameter pengelasan	42
Tabel 3.5 Jumlah Spesimen Pengujian	45
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekerasan	58
Tabel 4.2 Tegangan Hasil Pengujian Tarik	60
Tabel 4.3 Regangan Hasil Pengujian Tarik.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Grafik Uji Tarik

1a. Pengelasan Al-Al

1b. Pengelasan Al-Cu

1c. Pengelasan Al-CuZn

1d. Base metal Al

1e. Base metal Cu

1f. Base metal CuZn

Tabel Hasil Kekerasan

2a. Tabel hasil uji kekerasan pengelasan Al-Al

2b. Tabel hasil uji kekerasan pengelasan Al-Cu

2c. Tabel hasil uji kekerasan pengelasan Al-CuZn

3. Suhu saat pengelasan

Hasil Uji Komposisi kimia

4a. Komposisi kimia Aluminium

4b. Komposisi kimia Tembaga

4c. Komposisi kimia Kuningan